

METHOD AND APPARATUS FOR REPLACING INERT GAS, EXPOSURE DEVICE, RETICLE CABINET, RETICLE INSPECTION APPARATUS, RETICLE CONVEYANCE BOX, AND METHOD OF MANUFACTURING DEVICE

Publication number: JP2003228163

Publication date: 2003-08-15

Inventor: KAMONO TAKASHI

Applicant: CANON KK

Classification:

- International: **G03F1/14; B65G49/00; G03F7/20; H01L21/027; H01L21/673; G03F1/14; B65G49/00; G03F7/20; H01L21/02; H01L21/67; (IPC1-7): G03F1/14; B65G49/00; G03F7/20; H01L21/027; H01L21/68**

- European: **G03F7/20T24; G03F7/20T26**

Application number: JP20020028328 20020205

Priority number(s): JP20020028328 20020205

Also published as:



US6833903 (B2)
US2003150329 (A1)
CN1442756 (A)
TW275911B (B)
CN1235091C (C)

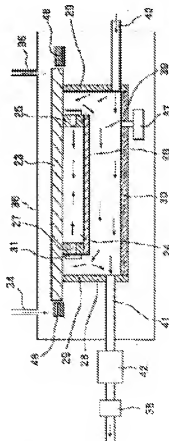
Report a data error here

Abstract of JP2003228163

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a technique of replacing the space approximately closed by an original plate and a pellicle film with inert gas with an exposure device for replacing the interior of the device with the inert gas and irradiating a photosensitive substrate with the pattern of the plate across a projection optical system using UV light as exposure light.

SOLUTION: A structure formed by enclosing the gas replacement space 24 to be replaced with the inert gas by enclosure members 23 and 25 is provided with a plurality of vent holes 27 and the interior of a vessel 30 forming the space at the circumference of the structure is filled with the inert gas, by which the inert gas is infiltrated into the gas replacement space and the interior of the gas replacement space is replaced with the inert gas.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-228163

(P2003-228163A)

(43) 公開日 平成15年8月15日 (2003.8.15)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 3 F 1/14		G 0 3 F 1/14	K 2 H 0 9 5
			M 2 H 0 9 7
B 6 5 G 49/00		B 6 5 G 49/00	C 5 F 0 3 1
G 0 3 F 7/20	5 0 2	G 0 3 F 7/20	5 0 2 5 F 0 4 6
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/68	U
審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全 13 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2002-28328(P2002-28328)

(22) 出願日 平成14年2月5日 (2002.2.5)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 加茂野 隆

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(74) 代理人 100076428

弁理士 大塚 康徳 (外3名)

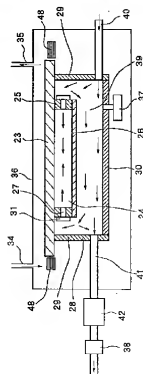
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 不活性ガス置換方法及び装置、露光装置、レチクル保管庫、レチクル検査装置、レチクル搬送ボックス、デバイスの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 露光光として紫外光を用い、装置内を不活性ガスで置換し、原版のパターンを投影光学系を介して感光基板に照射する露光装置において、原版とベリクル膜で暗閉じられた空間を不活性ガスで有効に置換する技術を提供する。

【解決手段】 不活性ガスで置換すべきガス置換空間24を囲み部材23、25で囲んだ構造体に複数の通気孔27を設け、構造体の周囲に空間を形成する容器30内を不活性ガスで充滿させることにより、ガス置換空間内に不活性ガスを侵入させ、ガス置換空間内を不活性ガスで置換する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 不活性ガスで置換すべきガス置換空間を囲み部材で囲んだ構造体に複数の通気孔を設け、前記構造体の周囲に空間を形成する容器内を不活性ガスで充滿させることにより、前記ガス置換空間内に前記不活性ガスを侵入させ、前記ガス置換空間内を前記不活性ガスで置換することを特徴とする不活性ガス置換方法。

【請求項2】 前記構造体の1つの面がレチクルで構成され、該レチクルを前記容器を閉じる蓋として作用させることを特徴とする請求項1に記載の不活性ガス置換方法。

【請求項3】 前記構造体の4つの面がベリクル支持枠であることを特徴とする請求項1に記載の不活性ガス置換方法。

【請求項4】 前記容器に、前記不活性ガスを供給する供給口と前記不活性ガスを排出する排出口とを設け、前記供給口から前記不活性ガスを供給し、前記排出口から前記容器内のガスを排出することにより、前記容器内に前記不活性ガスを充滿させることを特徴とする請求項1に記載の不活性ガス置換方法。

【請求項5】 前記供給口を前記構造体の通気孔の近傍に配置することを特徴とする請求項4に記載の不活性ガス置換方法。

【請求項6】 前記容器に対して、前記レチクルを前記容器を閉じる蓋として作用させ、前記容器と前記レチクルの当接部分に隙間を設け、該隙間を前記排出口として作用させることを特徴とする請求項4に記載の不活性ガス置換方法。

【請求項7】 前記ガス置換空間内の不純物濃度を測定し、その測定結果に基づいて前記不活性ガスの流量を制御することを特徴とする請求項4に記載の不活性ガス置換方法。

【請求項8】 前記容器内の圧力を該容器の周囲の圧力に対して陽圧とすることを特徴とする請求項1に記載の不活性ガス置換方法。

【請求項9】 前記容器内の圧力を測定し、その測定結果に基づいて前記容器内の圧力を制御することを特徴とする請求項8に記載の不活性ガス置換方法。

【請求項10】 不活性ガスで置換すべきガス置換空間を囲み部材で囲んだ構造体に複数の通気孔を設け、前記構造体の周囲に空間を形成する容器内を不活性ガスで充滿させることにより、前記ガス置換空間内に前記不活性ガスを侵入させ、前記ガス置換空間内を前記不活性ガスで置換することを特徴とする不活性ガス置換装置。

【請求項11】 前記構造体の4つの面がベリクル支持枠であることを特徴とする請求項10に記載の不活性ガス置換装置。

【請求項12】 前記構造体の1つの面がレチクルで構成され、該レチクルを前記容器を閉じる蓋として作用させることを特徴とする請求項10に記載の不活性ガス置

換装置。

【請求項13】 前記容器に、前記不活性ガスを供給する供給口と前記不活性ガスを排出する排出口とを設け、前記供給口から前記不活性ガスを供給し、前記排出口から前記容器内のガスを排出することにより、前記容器内に前記不活性ガスを充滿させることを特徴とする請求項10に記載の不活性ガス置換装置。

【請求項14】 前記供給口を前記構造体の通気孔の近傍に配置したことを特徴とする請求項13に記載の不活性ガス置換装置。

【請求項15】 前記容器に対して、前記レチクルを前記容器を閉じる蓋として作用させ、前記容器と前記レチクルの当接部分に隙間を設け、該隙間を前記排出口として作用させたことを特徴とする請求項13に記載の不活性ガス置換装置。

【請求項16】 前記ガス置換空間内の不純物濃度を測定する測定手段と、その測定結果に基づいて前記不活性ガスの流量を制御する制御手段とを有することを特徴とする請求項13に記載の不活性ガス置換装置。

【請求項17】 前記容器内の圧力を該容器の周囲の圧力に対して陽圧としたことを特徴とする請求項10に記載の不活性ガス置換装置。

【請求項18】 前記容器内の圧力を測定する測定手段と、その測定結果に基づいて前記容器内の圧力を制御する制御手段とを有することを特徴とする請求項17に記載の不活性ガス置換装置。

【請求項19】 請求項1乃至18のいずれか1項に記載の不活性ガス置換装置を用いて基板の周囲の空間を不活性ガスで置換し、前記基板にパターンを転写することを特徴とする露光装置。

【請求項20】 請求項1乃至18のいずれか1項に記載の不活性ガス置換装置を用いてレチクルを保管することを特徴とするレチクル保管庫。

【請求項21】 請求項1乃至18のいずれか1項に記載の不活性ガス置換装置を用いてレチクルの検査を行なうことを特徴とするレチクル検査装置。

【請求項22】 請求項1乃至18のいずれか1項に記載の不活性ガス置換装置を用いてレチクルの搬送を行なうことを特徴とするレチクル搬送ボックス。

【請求項23】 デバイスの製造方法であって、基板に感光材を塗布する工程と、感光材が塗布された基板の該感光材に請求項19に記載の露光装置によりパターンを転写する工程と、パターンが転写された基板を現像する工程と、を含むことを特徴とするデバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、露光光として紫外光を用い、装置内を不活性ガスで置換し、マスクなどの原稿のパターンを投影光学系を介して感光基板に照射す

る露光装置に好ましく適用され、パターン面への異物の付着防止のために設けられるベリクルと原版で囲まれたベリクル空間内の不活性ガス置換方法に関する。また、該ベリクル空間内を不活性ガス置換する不活性ガス置換装置を備えた露光装置に関する。また、不活性ガス置換装置を用いたレチクル保管庫、レチクル検査装置、レチクル搬送ボックス、デバイスの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、LSIあるいは超LSIなどの極微細パターンから形成される半導体素子等の製造工程においては、マスク等の原版に描かれた回路パターンを感光剤が塗布された基板上に縮小投影して焼き付け形成する縮小型投影露光装置が使用されている。半導体素子の実装密度の向上に伴いパターンのより一層の微細化が要求され、レジストプロセスの発展と同時に露光装置の微細化への対応がなされてきた。

【0003】露光装置の解像力を向上させる手段としては、露光波長をより短波長に変えていく方法と、投影光学系の開口数（NA）を大きくしていく方法とがある。

【0004】露光波長については、365nmのi線から最近では248nm付近の発振波長を有するKrFエキシマレーザ、193nm付近の発振波長を有するArFエキシマレーザの開発が行なわれている。更に、157nm付近の発振波長を有するフッ素（F₂）エキシマレーザの開発が行なわれている。

【0005】遠紫外線ととりわけ193nm付近の波長を有するArFエキシマレーザや、157nm付近の発振波長を有するフッ素（F₂）エキシマレーザにおいては、これらの波長付近の帯域には酸素（O₂）の吸収帯が複数存在することが知られている。

【0006】例えば、フッ素エキシマレーザは波長が157nmと短いため、露光装置への応用が進められているが、157nmという波長は一般に真空紫外と呼ばれる波長領域にある。この波長領域では酸素分子による光の吸収が大きいため、大気はほとんど光を透過せず、真空近くまで気圧を下げ、酸素濃度を充分下げる環境でしか応用できない。文献、「Photochemistry of Small Molecules」(Hideo Okabe著、A Wiley-Interscience Publication、1978年、178頁)によると波長157nmの光に対する酸素の吸収係数は約190atm⁻¹cm⁻¹である。これは1気圧中で1%の酸素濃度の気体中を波長157nmの光が通過すると1cmあたりの透過率は、 $T = \exp(-190 \times 1 \text{ cm} \times 0.01 \text{ atm}) = 0.150$ しかないことを示す。

【0007】また、酸素が上記光を吸収することによりオゾン（O₃）が生成され、このオゾンが光の吸収をより増加させ、透過率を著しく低下させることに加え、オ

ゾンに起因する各種生成物が光学素子表面に付着し、光学系の効率を低下させる。

【0008】従って、ArFエキシマレーザ、フッ素（F₂）エキシマレーザ等の遠紫外線を光源とする投影露光装置の露光光学系の光路においては、窒素等の不活性ガスによるバージ手段によって、光路中に存在する酸素濃度を数ppmオーダー以下の低レベルに抑える方法がとられている。

【0009】このように、遠紫外線ととりわけ193nm付近の波長を有するArFエキシマレーザや、157nm付近の波長を有するフッ素（F₂）エキシマレーザ光を利用した露光装置においては、ArFエキシマレーザ光や、フッ素（F₂）エキシマレーザ光が非常に物質に吸収されやすいため、光路内を数ppmオーダー以下でバージする必要がある。また水分に対しても同様のことが言え、やはり、ppmオーダー以下での除去が必要である。

【0010】このため露光装置内、とりわけ紫外光の光路となる部分に対しては不活性ガスでバージすることが行われている。また、露光装置内部と外部を連絡する部分には、ロードロック機構が設けられ、外部からレチクルやウエハを搬入する場合には、一旦外気と遮断し、ロードロック機構内の不純物を不活性ガスでバージした後、露光装置内部に搬入していた。

【0011】図1はフッ素（F₂）エキシマレーザを光源とし、ロードロック機構を有する半導体露光装置の一例を示す模式的断面図である。

【0012】図1において、1はパターンの描画されたレチクルを搭載するレチクルステージ、2は光源としてのレチクル上のパターンを感光基板としてのウエハに投影する投影光学系、3はウエハを搭載しX、Y、Z、θおよびチルト方向に駆動するウエハステージ、4は照明光をレチクル上に照射するための照明光学系、5は光源からの光を照明光学系4に導光する引き回し光学系、6は光源であるフッ素（F₂）エキシマレーザ部、7はレチクル上のパターン領域以外が照明されないように露光光を遮光するマスキングブレード、8および9は各々レチクルステージ1およびウエハステージ3の周囲の露光光軸を覆う筐体、10は投影光学系2および照明光学系4の内部を所定のH_e雰囲気と調節するH_e空調機、11および12は筐体8および9の各々の内部を所定のN₂雰囲気と調節するN₂空調機、13および14はレチクルおよびウエハを各々筐体8および9内に搬入する時に使用するレチクルロードロックおよびウエハロードロック、15および16は各々レチクルおよびウエハを搬送するためのレチクルハンドおよびウエハハンド、17はレチクルの位置調節に用いるレチクルアライメントマーク、18は複数のレチクルを筐体8内で保管するレチクル一時保管庫、19はウエハのアライメントを行うアライメント部である。また必要に応じて装置全

体を不図示の環境チャンバに収納し、所定の温度に制御された空気を環境チャンバ内で循環させることによりチャンバ内の温度を一定に管理している。

【0013】図2はフッ素(F₂)エキシマレーザを光源とし、ロードロック機構を有する半導体露光装置の他の例を示す模式的断面図である。図2において、図1と同じものには同じ符号を付けてある。

【0014】図2に示す露光装置では、露光装置全体が筐体20で覆われており、その内部のO₂およびH₂OがN₂ガスによりバージされている。21は、筐体20全体をN₂雰囲気にするための空調機である。本露光装置では、投影光学系2の鏡筒と照明光学系4の内部空間は各々筐体20の内部空間(駆動系空間)と隔離されており、独立にHe雰囲気調節されている。13および14はレチクルおよびウエハを筐体20内に搬入する時に使用するレチクルロードロックおよびウエハロードロックである。

【0015】また一般的にレチクルにはベリクルと称されるパターン保護装置が付けられている。これはレチクルパターン面に塵埃などの異物が付着するのを防止するもので、これによりウエハ上への異物転写による不良の発生頻度が抑制される。図3はこのベリクルの構造を示す模式図である。

【0016】ベリクル24はレチクル23のパターン側面に接着剤等を使用して貼り付けられる。ベリクル24は、このレチクルパターンを囲う大きさの支持枠25と、その一端面に貼られた露光光を透過するベリクル膜26で構成されている。またこのベリクル24とレチクル23で囲まれた空間(以下ベリクル空間)を完全に密閉させると、ベリクル空間内外の気圧差や酸素濃度差によりベリクル膜が膨らんだり凹んだりする不具合が発生するため、ベリクル支持枠25には通気孔27が設けられており、ベリクル空間内外で気体が流通できるようにになっている。またさらにこの通気孔27からベリクル空間内外に外部の異物が侵入するのを防ぐために不図示の除塵フィルタがこの通気孔27に設けられている。

【0017】図4は、図1および図2に示した露光装置におけるレチクルの搬送経路の一例を示す模式図である。

【0018】図4において、22はレチクル23の表面やベリクル膜26の表面に付着している塵埃等の異物の大きさと個数を計測する異物検査装置である。レチクル23は手動または図示の搬送装置によって露光装置の入口となるレチクルロードロック13に搬入される。このとき一般に露光装置の外でレチクル23とベリクル24は張り合わされるため、搬入されるレチクル23には既にベリクル24が貼られている。次にレチクルロードロック13内を不活性ガスでバージし、筐体8と同等の不活性ガス雰囲気となった後にレチクルハンド15によりレチクルステージ1あるいはレチクル一時保管庫18や

異物検査装置22のいずれかにレチクル23は搬送される。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】上記の通り、紫外線とリわけArFエキシマレーザ光やフッ素(F₂)エキシマレーザ光を利用した露光装置においては、ArFエキシマレーザ光や、フッ素(F₂)エキシマレーザ光の波長における酸素および水分による吸収が大きいため、充分な透過率と安定性を得るためには酸素および水分濃度を低減し、これらの濃度を厳密に制御するため、露光装置内部と外部を連絡する部分には、ロードロック機構が設けられ、外部からレチクルやウエハを搬入する場合には、一旦外気と遮断し、ロードロック機構内の不純物を不活性ガスでバージした後、露光装置内部に搬入していた。

【0020】このように、フッ素(F₂)エキシマレーザ光の透過率やその安定性を確保するために、投影レンズ端面や測長用干渉光学系を含むレチクルステージ(ウエハステージ)全体を気密チャンバ内部に配置し、この内部全体を高純度不活性ガスでバージするだけでなく、さらに内部の不活性ガス濃度を一定に保ったまま、この気密チャンバ内にウエハやレチクルを搬入するため、ロードロック室を気密チャンバに隣接して配置している。しかしながら、ロードロック室に搬入されるレチクルにはベリクルが貼られており、ベリクルとベリクル支持枠とレチクルに囲まれたベリクル空間も不活性ガスでバージしなければ透過率が低下し、生産性を悪化させる要因となっていた。

【0021】また、特開平9-73167号公報では、予め不活性ガス雰囲気中でレチクルとベリクルを張り合わせ、ベリクル空間内を1%酸素濃度以下の不活性ガスで封入する技術が開示されている。しかし前述のように波長157nmの光の透過率は、酸素濃度1%の大気圧気体中の場合で1cm当たり15%しかない。現状では、レチクルとベリクル間の空気間隔は約6mmであり、たとえ酸素濃度0.1%の気体で充填しても、この空隙での波長157nmの光の透過率は89.2%にしかない。一方、露光装置の光源からウエハまでの光路の空間総距離は少なくとも1mを越える。1mの空間の透過率は80%以上確保するためにはおよそ10ppmv/v以下に酸素濃度を抑える必要があり、理想的には1ppm以下が目標となる。他の空間とのバランスや総空間距離での透過率維持という観点からベリクル空間についても少なくとも1~100ppm以下の酸素濃度が要求される。もちろん水分や炭酸ガス濃度についても同様である。

【0022】また、ベリクル空間を不活性ガスでバージする方法に関しては、特開平9-197652号公報にベリクル枠に気体を注入あるいは排気するための開口部と開口を封止するための栓を設け、予めベリクル枠とベ

リクルとレチクルで囲まれた空間を空素で満たす技術が開示されているが、ベリクルには酸素透過性があるので、レチクル保管中など長い時間酸素濃度の高い空間に置かれた場合、外部との酸素濃度差によりベリクル空間に酸素が入り込み、露光光が吸収される問題がある。また、ベリクル空間を密閉すると、気圧の変動によりベリクルが変形して破損する可能性がある。

【0023】従って、本発明は上述した課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、露光光として紫外光を用い、装置内を不活性ガスで置換し、原版のパターンを投影光学系を介して感光基板上に照射する露光装置において、原版とベリクル膜で略閉じられた空間を不活性ガスで有効に置換する技術を提供することである。

【0024】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係わる不活性ガス置換方法は、不活性ガスで置換すべきガス置換空間を囲み部材で囲んだ構造体に複数の通気孔を設け、前記構造体の周囲に空間を形成する容器内を不活性ガスで充満させることにより、前記ガス置換空間内に前記不活性ガスを侵入させ、前記ガス置換空間内を前記不活性ガスで置換することを特徴としている。

【0025】また、この発明に係わる不活性ガス置換方法において、前記構造体の1つの面がレチクルで構成され、該レチクルを前記容器を閉じる蓋として作用させることを特徴としている。

【0026】また、この発明に係わる不活性ガス置換方法において、前記構造体の1つの面がレチクルで構成され、該レチクルを前記容器を閉じる蓋として作用させることを特徴としている。

【0027】また、この発明に係わる不活性ガス置換方法において、前記容器に、前記不活性ガスを供給する供給口と前記不活性ガスを排出する排出口とを設け、前記供給口から前記不活性ガスを供給し、前記排出口から前記容器内のガスを排出することにより、前記容器内に前記不活性ガスを充満させることを特徴としている。

【0028】また、この発明に係わる不活性ガス置換方法において、前記供給口を前記構造体の通気孔の近傍に配置することを特徴としている。

【0029】また、この発明に係わる不活性ガス置換方法において、前記容器に対して、前記レチクルを前記容器を閉じる蓋として作用させ、前記容器と前記レチクルの当接部分に隙間を設け、該隙間を前記排出口として作用させることを特徴としている。

【0030】また、この発明に係わる不活性ガス置換方法において、前記ガス置換空間内の不純物濃度を測定し、その測定結果に基づいて前記不活性ガスの流量を制御することを特徴としている。

【0031】また、この発明に係わる不活性ガス置換方法において、前記容器内の圧力を該容器の周囲の圧力に

対して高圧とすることを特徴としている。

【0032】また、この発明に係わる不活性ガス置換方法において、前記容器内の圧力を測定し、その測定結果に基づいて前記容器内の圧力を制御することを特徴としている。

【0033】また、本発明に係わる不活性ガス置換装置は、不活性ガスで置換すべきガス置換空間を囲み部材で囲んだ構造体に複数の通気孔を設け、前記構造体の周囲に空間を形成する容器内を不活性ガスで充満させることにより、前記ガス置換空間内に前記不活性ガスを侵入させ、前記ガス置換空間内を前記不活性ガスで置換することを特徴としている。

【0034】また、この発明に係わる不活性ガス置換装置において、前記構造体の4つの面がベリクル支持枠であることを特徴としている。

【0035】また、この発明に係わる不活性ガス置換装置において、前記構造体の1つの面がレチクルで構成され、該レチクルを前記容器を閉じる蓋として作用させることを特徴としている。

【0036】また、この発明に係わる不活性ガス置換装置において、前記容器に、前記不活性ガスを供給する供給口と前記不活性ガスを排出する排出口とを設け、前記供給口から前記不活性ガスを供給し、前記排出口から前記容器内のガスを排出することにより、前記容器内に前記不活性ガスを充満させることを特徴としている。

【0037】また、この発明に係わる不活性ガス置換装置において、前記供給口を前記構造体の通気孔の近傍に配置したことを特徴としている。

【0038】また、この発明に係わる不活性ガス置換装置において、前記容器に対して、前記レチクルを前記容器を閉じる蓋として作用させ、前記容器と前記レチクルの当接部分に隙間を設け、該隙間を前記排出口として作用させることを特徴としている。

【0039】また、この発明に係わる不活性ガス置換装置において、前記ガス置換空間内の不純物濃度を測定する測定手段と、その測定結果に基づいて前記不活性ガスの流量を制御する制御手段とを有することを特徴としている。

【0040】また、この発明に係わる不活性ガス置換装置において、前記容器内の圧力を該容器の周囲の圧力に対して高圧としたことを特徴としている。

【0041】また、この発明に係わる不活性ガス置換装置において、前記容器内の圧力を測定する測定手段と、その測定結果に基づいて前記容器内の圧力を制御する制御手段とを有することを特徴としている。

【0042】また、本発明に係わる露光装置は、上記の不活性ガス置換装置を用いて基板の周囲の空間を不活性ガスで置換し、前記基板上にパターンを転写することを特徴としている。

【0043】また、本発明に係わるレチクル保管庫は、

上記の不活性ガス置換装置を用いてレチクルを保管することを特徴としている。

【0044】また、本発明に係わるレチクル検査装置は、上記の不活性ガス置換装置を用いてレチクルの検査を行なうことを特徴としている。

【0045】また、本発明に係わるレチクル搬送ボックスは、上記の不活性ガス置換装置を用いてレチクルの搬送を行なうことを特徴としている。

【0046】また、本発明に係わるデバイスの製造方法は、デバイスの製造方法であって、基板に感光材を塗布する工程と、感光材が塗布された基板の該感光材に上記の露光装置によりパターンを転写する工程と、パターンが転写された基板を現像する工程と、を含むことを特徴としている。

【0047】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施形態について説明する。

【0048】本発明の実施形態に係る露光装置は、露光光として紫外光を用い、装置内を不活性ガスで置換し、原版としてのマスク等のパターンを投影光学系を介して感光基板に照射する露光装置であれば公知のものに適用される。

【0049】また、本発明の実施形態に係る露光装置に用いる露光光としての紫外光は制限されないが、従来技術で述べたように、遠紫外線とわける193nm付近の波長を有するArFエキシマレーザや、157nm付近の波長を有するF₂エキシマレーザ光に対して有効である。

【0050】以下、図面を用いて本発明の実施形態を具体的に説明する。

【0051】(第1の実施形態)図5は、本発明の第1の実施形態に係るベリクル空間を不活性ガスでパージするパージ機構を示す概略図である。

【0052】図5において、気密チャンバ36は、図1におけるレチクルステージ1やレチクル一時保管庫18を収納する筐体8に相当しており、これには不活性ガス供給ライン34より不活性ガスが導入され、不活性ガス排出ライン35より不活性ガスが排出されることで、この気密チャンバ36内は不活性ガスでパージされている。

【0053】この気密チャンバ36内の酸素及び水分濃度は露光光の透過率維持という観点から1~100PPM、好ましくは10PPM以下にすべきであるが、気密チャンバ36内は不図示のレチクル搬送機構などのアクチュエータなどがある容量の大きい空間なので酸素及び水分濃度が10PPM以下にすることは困難である。この気密チャンバ36内の酸素及び水分濃度を10PPM以下にするためには大量の不活性ガス消費量が必要となり、装置稼働コストがかかるので本実施形態では気密チャンバ36内の酸素及び水分濃度を100~1000PPMに設定し

ている。

【0054】レチクル支持台28は気密チャンバ36内のレチクル一時保管庫18に配置されている。ベリクル24(支持棒25と他の一端面に貼られたベリクル膜26とを有する)が貼り付けられたレチクル23は、不図示のレチクルハンドあるいは気密チャンバ36外に設けられた不図示の搬送ロボットや手動によって支持台28上の所定の位置に位置決めされつつ搭載される。この支持台28には必要に応じてレチクル23を吸着固定する吸着溝を設けても良い。また支持台28上のレチクル23をさらに精密に位置決めするための位置決め機構(不図示)を別途設けることも可能である。

【0055】レチクル支持台28はレチクル支持部29と底面30で構成されていて、中にベリクル24を入れることができる空間があり、レチクル23を蓋として乗せることにより略閉空間39を形成する。この略閉空間39に不活性ガス供給ライン40から不活性ガスを供給し、ベリクル棒とベリクル膜及びレチクルの周囲に不活性ガスを充填している。

【0056】不活性ガスは不活性ガス供給ライン40から略閉空間39に供給されつつ不活性ガス排出ライン41からチャンバ36外に排出されるので常に純度の高い不活性ガスによる置換がおこなわれ純度の高いパージが可能となる。

【0057】ベリクルには図6に示すように通気孔27が複数個開けられている。よって略閉空間39に充填された不活性ガスは気体の拡散によりベリクル棒の通気孔27を通りベリクル空間に侵入する。ベリクル空間中の酸素及び水分は気体の拡散によりベリクル棒の通気孔27を通りベリクル空間外へ移動して、不活性ガスの流れにより不活性ガス排出ライン41から排出される。

【0058】このようにベリクル空間の不活性ガス濃度は徐々に上昇して、酸素及び水分濃度が10PPM以下のパージが実現する。よって気密チャンバ36内の酸素及び水分濃度が100~1000PPMであってもベリクル空間内の酸素及び水分濃度を0~100PPMにすることが可能となる。

【0059】また略閉空間39内の圧力を陽圧にすると不活性ガス排出ライン41或いはレチクル支持台28とレチクル23との間の僅かな隙間からの酸素及び水分の浸入を防ぐことが出来る。本実施形態では、不活性ガスを供給、排出している間の略閉空間39内の圧力を圧力計37にて測定して、略閉空間39内の圧力を陽圧にするべく不活性ガスの排出ライン41に取り付けた絞り38を調整している。

【0060】略閉空間39内の圧力は高いほど酸素及び水分の浸入を防ぐことが出来るが、あまり圧力を高くするとレチクル23が浮き上がりを起こす。レチクル23の浮き上がりを防止するためにレチクル支持台28にレチクル23を吸着固定する吸着溝を設けても良い。又は

レチクルすれ防止部48を設けても良い。さらに不活性ガスの排出ライン41に取り付けた絞り38を調整する代わりに、圧力計37の値に基づいて不図示の制御演算装置により不活性ガス供給量、不活性ガス供給速度、不活性ガス供給圧力、不活性ガス排出量、不活性ガス排出速度、不活性ガス排出圧力のいずれか又は組み合わせを制御することにより略閉空間39内の圧力を陽圧にしてもよい。

【0061】また、レチクル23が、不図示のレチクルハンドあるいは気密チャンバ36外に設けられた不図示の搬送ロボットや手動によって支持台28上の所定の位置に搭載されると同時に或いはその前に不活性ガス供給ライン40から不活性ガスを略閉空間39内に供給して、供給された不活性ガスが略閉空間39内を通り不活性ガスの排出ライン41から排出される際に、その中の酸素、水分濃度は不活性ガスの排出ライン41に配置された酸素、水分濃度計42にて測定される。

【0062】バージの初期段階では略閉空間39内の酸素、水分濃度は気密チャンバ36とほぼ同じ100～1000PPMを示し、バージの進行とともに酸素、水分濃度は低下する。詳しくは、略閉空間39内の雰囲気の不活性ガスで置換されるまでの比較的短い時間の間は急激に酸素、水分濃度が低下する。その後ベリクル空間内の雰囲気中の酸素、水分が分子の拡散により置換されるまでの間の比較的長い時間の間はゆっくりと酸素、水分濃度が低下する。そこで不活性ガスの排出ライン41に配置された酸素、水分濃度計42の測定値をモニターすることにより略閉空間39内及びベリクル空間内の酸素、水分濃度が測定できる。

【0063】酸素、水分濃度計42による測定値がレチクル空間の目標バージ濃度である0～100PPMになるまでの比較的短い時間の間に不図示の不活性ガス流量調整手段により比較的多量の不活性ガスを不活性ガス供給ライン40に流している。このときの不活性ガス供給量は略閉空間39内mP酸素・水分濃度が1～100程度以下で0～100PPMになるように決められている。略閉空間39内の酸素、水分濃度が0～100PPMになった後の比較的長い時間の間には不図示の不活性ガス流量調整手段により不活性ガス供給ライン40に流す流量を切り替えている。このときの不活性ガス供給量は略閉空間39内酸素・水分濃度が0～100PPMに維持できる流量で十分である。

【0064】このように不活性ガスの流量を酸素・水分濃度計の測定値を基に調整することにより少ない不活性ガス消費量と早い置換速度の両方を満足している。本実施形態では略閉空間39内の容積をベリクル空間の容積の10倍以下にしている。さらに置換速度を早めるためには略閉空間39内の容積をベリクル空間の容積の10倍以下にするとよい。

【0065】さらにベリクル空間内の不活性ガス濃度情

報を不図示のコンピュータに送ることにより、レチクル搬送に先立ちベリクル空間内の酸素・水分濃度を知ることができるので、レチクル一時保管庫18に配置した場合にはレチクルステージへの搬送の可否判断やレチクルステージ1に配置した場合には露光開始の可否判断或いはバージ完了の予測を行うことが可能となる。

【0066】レチクル搬送中は不活性ガスバージされたベリクルが気密チャンバ36内の酸素、水分濃度が高い空間を通過するが、比較的短い時間であればベリクル空間内のバージ濃度が下がることはない。例えば露光機内のレチクル一時保管庫18からレチクルステージ1までの搬送は60秒程度で終了する。その時間に比べて酸素・水分の分子の拡散速度は十分に遅く、ベリクル枠に設けられた均圧孔にはフィルターが貼られているので搬送中にベリクル空間内の雰囲気は置換されることはほぼない。

【0067】図7は本実施形態のベリクル空間内バージ機構を露光機内のレチクル一時保管庫18に配置した状態を示す概要図である。

【0068】本実施形態によるベリクル空間内バージ機構は上下方向に小さく配置できる特徴があるので、レチクル一時保管庫18では多段に配置している。各ベリクル空間内バージ機構は露光までの待機の間にベリクル空間内を不活性ガスでバージしている。この場合も気密チャンバ36内の酸素及び水分濃度が100～1000PPMであってもベリクル空間内の酸素及び水分濃度を0～100PPMにすることが可能となる。また、上下多段の機構内はそれぞれ独立しているので、レチクル一時保管庫にレチクルを挿入あるいは排出する際に他のバージ濃度を悪化させることはない。また、ベリクル空間内バージ機構を水平方向に並べて配置してもよい。さらに上下左右に並べて配置してもよい。バージ完了後にはレチクルステージへの搬送が可能となる。本実施形態のベリクル空間内バージ機構からレチクルを搬出したあとで、レチクルの代わりに蓋をしてもよい。

【0069】図8は本実施形態のベリクル空間内バージ機構を露光機内のレチクルステージ1に配置した状態を示す概要図である。

【0070】レチクルステージに配置した場合にはレチクル支持台28の底面30にシールガラス43を設けてバージ空間の確保と露光光の透過を両立させている。レチクルステージにおいては露光中もベリクル空間内を不活性ガスでバージすることが可能となる。また、高濃度バージを行う容積が小さいので略閉空間39内の置換速度が早く、N₂消費量が少くできる利点がある。バージ完了後には露光開始が可能となる。

【0071】(第2の実施形態)上記の第1の実施形態では、略閉空間39に充填された不活性ガスを不活性ガス排出ライン41から排出していたが、レチクル23とレチクル支持台28との間に微小な隙間を設けてそこか

ら不活性ガスを排出してもよい。本発明の第2の実施形態を、図9A(断面図)を参照して説明する。

【0072】不活性ガスは不活性ガス供給ライン40からレチクル支持部28に供給される。供給された不活性ガスは多孔板28aを通り略閉空間39へと侵入する。このとき多孔板28aを通ることで略閉空間39内にムラ無く均一に不活性ガスが供給される。

【0073】レチクル支持部28のレチクル支持部29はレチクル23を3箇所もしくは4箇所支えている。図9B(側面図)に示すように、レチクル23との接触部分47以外は微小な隙間が設けられている。この微小隙間から不活性ガスが排出されるとききの圧力損失により略閉空間39内を陽圧にしている。この隙間の寸法は不活性ガスの消費量を抑えるためには1mm以下がよく、好ましくは10~100 μ mがよい。

【0074】ベリクルには図6に示すように通気孔27が複数個開けられている。よって略閉空間39に充填された不活性ガスは気体の拡散によりベリクル枠の通気孔27を通りベリクル空間に侵入する。ベリクル空間中の酸素及び水分は気体の拡散によりベリクル枠の通気孔27を通りベリクル空間外へ移動して、不活性ガスの流れによりレチクル23とレチクル支持部28との間の微小な隙間から排出される。このようにベリクル空間の不活性ガス濃度は徐々に上昇して、酸素及び水分濃度を10PPM以下とするバーページが実現する。また、本実施形態ではレチクル支持部29とレチクル23が3箇所もしくは4箇所接触しているため、全域で接触している場合に比べて、接触によるベリクル裏面の異物付着が少ないメリットがある。

【0075】(第3の実施形態) 上記の第1、第2の実施形態では、不活性ガスは略閉空間39内に対し任意の場所もしくは下側から供給されていたが、ベリクル枠の通気孔27の近傍より略閉空間39内に供給してもよい。本発明の第3の実施形態を、図10を参照して説明する。

【0076】不活性ガスは不活性ガス供給ライン40から略閉空間39へ供給される。このときベリクル枠の通気孔27の近傍より不活性ガスを供給することにより、ベリクル空間から気体の拡散により通気孔27を通りベリクル空間外へ移動した酸素及び水分を効率的に不活性ガス排出口に除去できる。また、常にベリクル枠の通気孔27の近傍の不活性ガスの濃度を高くすることができ、効率的にベリクル空間内のバーページを行うことが出来る。ベリクル枠の通気孔27の近傍への不活性ガスの供給は図11に示すようにベリクル枠の通気孔27に略直交する方向でもよい。

【0077】本発明の各実施形態における略閉空間39内への不活性ガスの供給方法、排出方法はそれぞれの実施形態に限定されるものではなく、任意の組み合わせでもベリクル内空間バーページの効果が得られる。

【0078】(第4の実施形態) 第1の実施形態では、ベリクル空間内の酸素・水分濃度を測定する際に略閉空間39内の酸素・水分濃度を測定したが、ベリクル空間内の酸素・水分濃度を直接測定しても良い。図12はベリクル空間内の酸素・水分濃度を直接測定する実施形態を示す概要図である。

【0079】本実施形態では、図12に示すように、レチクル23およびベリクル24を挟むように対向して、ベリクル空間内不純物検出装置44を配置する。ベリクル空間内不純物検出装置44は投光部45と受光部46にて構成されており、投光部45は露光装置の光源であるフッ素エキシマレーザを分岐してファイバで導光する。

【0080】一般にフッ素エキシマレーザ光はファイバでの減衰が大きいため、本実施形態では透過率の高い石英中空ファイバを使用している。ファイバの先端には不図示のコリメータレンズ等の光学部品が配置され、ファイバからの射出光を細い平行光に成形している。

【0081】ファイバからの射出光がレチクル23に当たるとクロムパターン部分には、クロム膜のない窓を設けている。この窓によりレチクル23に入射した光はクロムパターンの影響を受けなく、受光部46へと達する。受光部46はフォトダイオード等の光量を測定するセンサにて構成される。

【0082】本実施形態のベリクル空間内不純物検出装置44では、投光部45から射出されたフッ素エキシマレーザ光が受光部46に入射する間にベリクル空間内の酸素と水分にて減衰された光量を検知することにより酸素と水分の濃度を算出している。

【0083】本実施形態で使用する受光部46のフォトダイオードは入力光量に依じた電流値を出力する。予めベリクル空間内にて減衰のない条件で初期光量を測定し、その出力電流値をIaとする。また、実際にベリクル空間内の酸素、水分にて減衰された光量による出力電流値をIbとすると、ベリクル空間内での透過率Tは $T = Ib / Ia$ となる。また、波長157nmの光に対する酸素の吸収係数は約190atm \cdot cm \cdot であるので、1気圧中での酸素、水分濃度Nは以下の式により算出される。

$$【0084】N = \ln \{ T / (-190 \times l) \}$$

ここでlはベリクル空間内を光が通過した距離を表す。

【0085】投光部45から射出されたフッ素エキシマレーザ光がベリクル面の法線に対して θ の角度でベリクル支持棒25に平行に入射し、ベリクル支持棒25の高さをSoとすると、 $I = So / \cos \theta$ となる。よって酸素と水分の濃度Nは以下の式により算出される。

$$【0086】N = \ln \{ (Ib / Ia) / (-190 \times (So / \cos \theta)) \}$$

以上の通り、投光部45から射出されたフッ素エキシマレーザ光が受光部46に入射する間にベリクル空間内の

酸素、水分にて減衰された光量を検知することにより酸素と水分の濃度を算出している。

【0087】本実施形態のベリクル空間内不純物検出装置4.4では露光機の光源であるフッ素エキシマレーザを分岐して使用しているため、露光機以外の装置に同様の機能を設けた場合より装置の規模がコンパクトになり、コスト面でも有利である。しかし、例えば波長172nmのキセノンエキシマランプを投光ランプとして使用しても、同様の機能が得られることは言うまでもない。

【0088】(第5の実施形態)以上の実施形態ではベリクル空間内バージ機構を半導体露光装置内に配置したが、本発明によるベリクル空間内バージ機構は半導体露光装置以外に配置してもよく、例えばデバイスメーカーのクリーンルームにおいてレチクルを保管するレチクルロッカーやクリーンルーム内においてレチクルを搬送するレチクル搬送ボックス内に配置してもよい。

【0089】レチクルロッカーに配置した場合もレチクルロッカー全体を不活性ガスバージするよりもはるかに小さい容積の空間をバージすればよいので、使用する不活性ガスの消費量が少なくて済む。さらに、レチクルロッカー内の機構内はそれぞれ独立しているため、レチクル一時保管棚にレチクルを挿入あるいは搬出する際に他のバージ濃度を悪化させることはない。レチクルロッカーでは上下左右に並べて配置することが望ましい。

【0090】レチクル搬送用ボックス内に配置した場合は露光装置間あるいはレチクルロッカーへの搬送中にベリクル空間の不活性ガスバージが可能となる。このときレチクル搬送エリア全域あるいはレチクル搬送用ボックス全体を不活性ガスバージするよりもはるかに小さい容積の空間をバージすればよいので、使用する不活性ガスの消費量が少なくて済む。

【0091】また、以上の実施形態ではベリクル空間内バージ機構を100~1000PPMにバージしたバージチャンバー内に配置したが、周囲の酸素・水分濃度にとらわれることなくベリクル空間内のバージが可能であり、例えば酸素濃度20%程度の大气中であっても所望のベリクル空間内バージが行われることは言うまでもない。

【0092】(デバイスの製造方法)次に上記第1及び第5の実施形態の露光装置を利用した半導体デバイスの製造プロセスを説明する。

【0093】図13は半導体デバイスの全体的な製造プロセスのフローを示す。ステップ1(回路設計)では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ2(マスク作製)では設計した回路パターンに基づいてマスクを作製する。一方、ステップ3(ウエハ製造)ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4(ウエハプロセス)は前工程と呼ばれ、上記のマスクとウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5(組み立て)は後工程

と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程(ダイシング、ボンディング)、パッケージング工程(チップ封入)等の組立て工程を含む。ステップ6(検査)ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これを出荷(ステップ7)する。

【0094】図14は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11(酸化)ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12(CVD)ではウエハ表面に絶縁膜を成膜する。ステップ13(電極形成)ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14(イオン打込み)ではウエハ上にイオンを打ち込む。ステップ15(レジスト処理)ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16(露光)では上記の露光装置によって回路パターンをウエハに転写する。ステップ17(現像)では露光したウエハを現像する。ステップ18(エッチング)では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19(レジスト剥離)ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返して行なうことによって、ウエハ上に多重に回路パターンを形成する。

【0095】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、フッ素エキシマレーザなどの紫外光を光源とする投影露光装置において、ベリクル付きの原板のベリクル空間内の不活性ガスバージを行うことが可能となる。これにより、露光装置の生産性を損なうことなく、高精度かつ安定した露光制御が可能になり、微細な回路パターンが安定してかつ良好に投影できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が好ましく適用される投影露光装置の概略構成を示す断面図である。

【図2】本発明が好ましく適用される他の投影露光装置の概略構成を示す断面図である。

【図3】レチクルに貼られたベリクルの概略構成を示す斜視図である。

【図4】本発明が好ましく適用される投影露光装置、特にレチクル搬送経路を示す概略構成図である。

【図5】本発明の第1の実施形態を表す概略構成図である。

【図6】本発明の第1の実施形態で使用されるレチクルに貼られたベリクルの概略構成を示す斜視図である。

【図7】本発明の第1の実施形態をレチクル一時保管庫に配置した概略構成図である。

【図8】本発明の第1の実施形態をレチクルステージに配置した概略構成図である。

【図9A】本発明の第2の実施形態を表す概略構成断面図である。

【図9B】本発明の第2の実施形態を表す概略構成側面

図である。

【図10】本発明の第3の実施形態を表す概略構成図である。

【図11】本発明の第3の実施形態における不活性ガス供給位置の他の例を表す概略構成図である。

【図12】本発明の第4の実施形態を表す概略構成図である。

【図13】半導体デバイスの全体的な製造プロセスのフローチャートである。

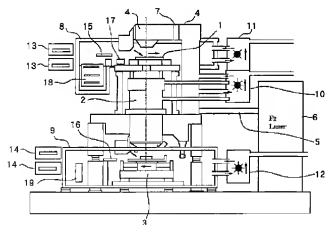
【図14】図13のウエハプロセスの詳細なフローチャートである。

【符号の説明】

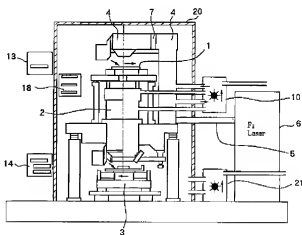
- 1 レチクルステージ
- 2 投影光学系
- 3 ウエハステージ
- 4 照明光学系
- 5 引き回し光学系
- 6 F_2 レーザ部
- 7 マスキングブレード
- 8, 9, 20 筐体
- 10, 11, 12, 21 空調機
- 13 レチクルロードロック
- 14 ウエハロードロック
- 15 レチクルハンド
- 16 ウエハハンド
- 17 レチクルアライメントマーク
- 18 レチクル一時保管庫
- 19 プリアライメント部

- 22 異物検査装置
- 23 レチクル（原版）
- 24 ペリクル
- 25 ペリクル支持枠
- 26 ペリクル膜
- 27 通気孔
- 28 レチクル支持台
- 29 レチクル支持部
- 30 底面
- 31 フィルター
- 32 不活性ガス供給口
- 33 不活性ガス排出口
- 34 不活性ガス供給ライン
- 35 不活性ガス排出ライン
- 36 気密チャンバ
- 37 圧力計
- 38 絞り
- 39 略閉空間
- 40 不活性ガス供給ライン
- 41 不活性ガス排出ライン
- 42 酸素、水分濃度計
- 43 シールガラス
- 44 ペリクル空間内不純物検出装置
- 45 ペリクル空間内不純物検出装置の投光部
- 46 ペリクル空間内不純物検出装置の受光部
- 47 レチクルとレチクル支持部の接触部分
- 48 レチクルずれ防止部

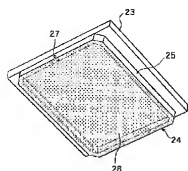
【図1】



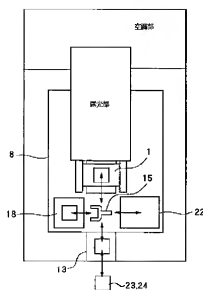
【図2】



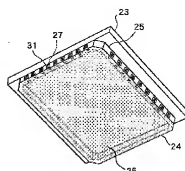
【図3】



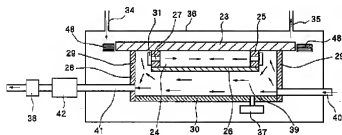
【図4】



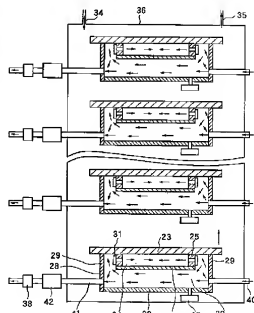
【図6】



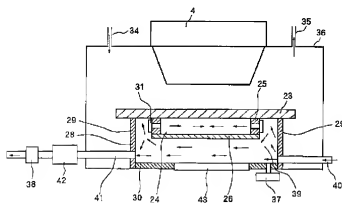
【図5】



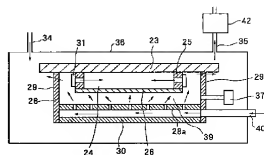
【図7】



【図8】



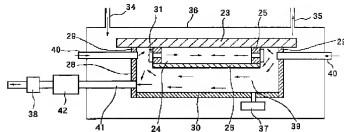
【図9A】



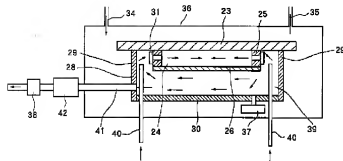
【図9B】



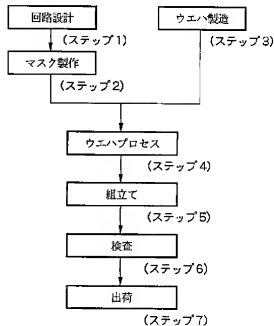
【図10】



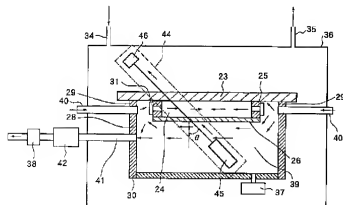
【図11】



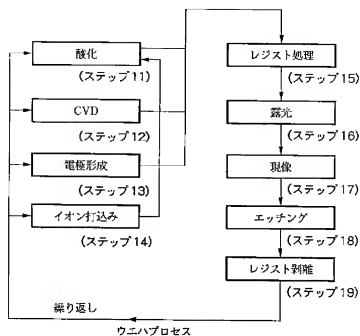
【図13】



【図12】



【図14】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

H01L 21/68

識別記号

FI

H01L 21/30

ターミナル (参考)

502P

503G

516F

Fターム(参考) 2H095 BA01 BA07 BC38 BE12

2H097 CA13 GB00 LA10

5F031 CA07 DA13 DA17 FA04 FA07

FA11 FA12 HA53 KA06 KA07

KA08 MA27 MA33 NA04 NA09

5F046 AA22 CB17 DA27 DB03